

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. April 2001 (05.04.2001)

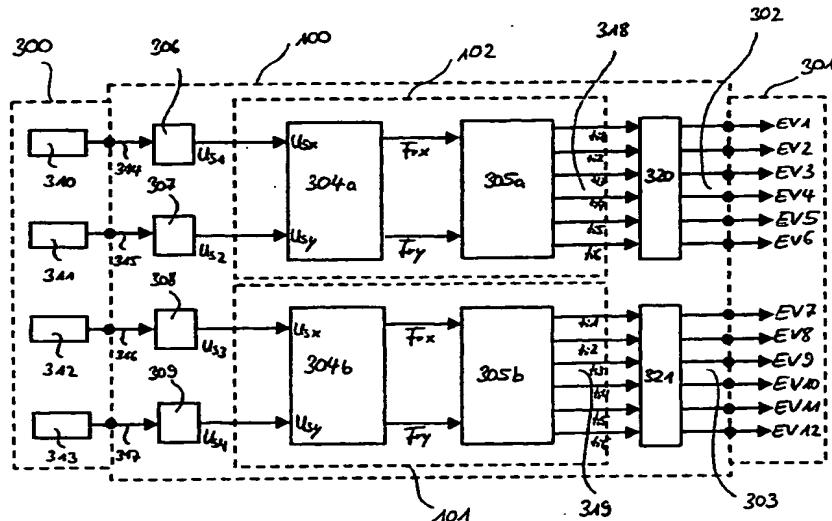
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/23737 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F02D 41/26, 11/10**
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE00/02546**
- (22) Internationales Anmeldedatum: **2. August 2000 (02.08.2000)**
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität:
199 47 252.1 30. September 1999 (30.09.1999) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).**
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **JAUTELAT, Ruediger [DE/DE]; Karl-Gaertner-Strasse 13, D-74321 Bietigheim-Bissingen (DE). SOMMER, Rainer [DE/DE]; Lindental 26 A, D-70499 Stuttgart (DE). EGE, Taskin [DE/DE]; Murrhardter Weg 33/1, D-71732 Tamm (DE).**
- (81) Bestimmungsstaaten (national): **IN, JP, US.**
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): **europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).**
- Veröffentlicht:**
— *Mit internationalem Recherchenbericht.*
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: **DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING A DRIVE UNIT**

(54) Bezeichnung: **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER ANTRIEBSEINHEIT**



WO 01/23737 A1

(57) Abstract: The invention relates to a device and a method for controlling a drive unit, especially of an internal combustion engine of a vehicle, whereby at least one operating variable of said drive unit is detected and depending on said operating variable, at least one actuator of the drive unit is controlled using control variables, according to ranges of functions which can be predetermined or selected. At least two processors in a control device process the possible ranges of functions which are predetermined using a programme code in at least one programme memory allocated to each processor. The possible ranges of functions of the processors, that is, the programme codes in the programme memories allocated to the processors, are identical.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(57) Zusammenfassung: Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer Antriebseinheit, insbesondere einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs, wobei wenigstens eine Betriebsgrösse der Antriebseinheit erfasst wird und abhängig von der Betriebsgrösse wenigstens ein Aktuator der Antriebseinheit gemäß vorgebaren bzw. auswählbarer Funktionsumfänge mit Steuergrössen angesteuert wird. Dabei arbeiten in einem Steuergerät wenigstens zwei Prozessoren die möglichen Funktionsumfänge ab, wobei die Funktionsumfänge durch Programmcode jeweils in je Prozessor wenigstens einem zugeordneten Programmspeicher vorgegeben sind. Diese möglichen Funktionsumfänge der Prozessoren, also die Programmcodes in den, den Prozessoren zugeordneten Programmspeichern sind identisch.

Vorrichtung und Verfahren zur Steuerung einer
Antriebseinheit

10

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Antriebseinheit, insbesondere einer Brennkraftmaschine in einem Fahrzeug.

20

In der DE 42 31 449 A1 wird eine Vorrichtung zur Steuerung der Antriebsleistung eines Motors mit wenigstens zwei Steuereinheiten vorgeschlagen, wobei eine erste Steuereinheit mit einer ersten Gruppe von Meßeinrichtungen und eine zweite Steuereinheit mit einer zweiten Gruppe von Meßeinrichtungen des selben Meßorgans verbunden ist. Dabei ergeben sich spezielle Vorteile, bei einem Motor der aus zwei unabhängigen Zylinderbänken besteht und von zwei

25

Steuereinheiten bzw. Steuergeräten gesteuert wird. Durch die Kopplung mehrerer Steuereinheiten mit nur einem Meßorgan zur Erfassung der Betriebsgröße wird eine hohe Verfügbarkeit und Betriebssicherheit gewährleistet. Das dargestellte System mit zwei Steuereinheiten besitzt unsymmetrischen

30

Funktionsumfang und Programmcode und zeigt ursprünglich einen stark ausgelasteten Haupt- und einen schwach ausgelasteten Notlaufrechner. Zur Optimierung von Rechenzeit und Speicher werden einzelne Funktionen des Hauptrechners in den Notlaufrechner verschoben.

35

- 2 -

Statt zweier Steuergeräte wird in der DE 35 39 407 A1 ein Rechnersystem mit zwei Prozessoren zur Regelung von Kenngrößen einer Brennkraftmaschine vorgeschlagen. Die beiden Prozessoren teilen sich im Normalbetrieb die Rechnerbelastung, wobei im Störungsfall jeder der beiden Prozessoren als Notrechner einen Notbetrieb aufrecht erhalten kann. Somit sind ausschließlich die im Notbetrieb benötigten Funktionen auf beiden Prozessoren implementiert. Diese Funktionen im Notbetrieb weisen aber gegenüber dem Normalbetrieb einen reduzierten Leistungs- und Funktionsumfang auf. Durch diese Erhöhung der Redundanz und eine im Rahmen der Notfunktion mögliche Arbeitsaufteilung im normalen Rechnerbetrieb können die Sicherheit und die Arbeitsgeschwindigkeit erhöht werden.

Durch die unsymmetrische Funktionsaufteilung jedes Steuergerätes bzw. jedes Prozessors muß der jeweilige Funktionsumfang getrennt definiert, realisiert, dokumentiert, getestet und gewartet werden. Ebenso müssen beide Steuergeräte bzw. Rechner in der Entwicklung mit teuren Meßmitteln und/oder Emulationsmitteln ausgestattet werden. Durch die unsymmetrische Definition des Funktionsumfangs und damit der Systeme können beispielsweise bei der Bauteilebestückung zusätzliche Fehler durch Verwechslung auftreten. Gleichzeitig zwingt eine Weiterentwicklung oder Veränderung der Funktionalität im bestehenden System zu einer Berücksichtigung beider Steuergeräte bzw. Rechner bzw. deren jeweiligen Funktionsumfängen, was demzufolge sehr aufwendig und sehr zeit- und kostenintensiv ist.

Daraus ergibt sich die Aufgabe der Realisierung einer gegenüber dem Stand der Technik optimierten Motorsteuerung mit einem sehr hohen Funktionsumfang.

Dies wird durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Patentansprüche erreicht.

Vorteile der Erfindung

5

Es wird eine Steuerung einer Antriebseinheit, insbesondere einer Brennkraftmaschine, mit einer Steuereinheit angegeben, wobei die Steuereinheit wenigstens zwei Rechner enthält. Der dabei für einen Rechner zu komplexe Funktionsumfang der Steuereinheit bzw. des Steuergerätes wird auf die wenigstens zwei Rechner in dem einen Steuergerät aufgeteilt. Dabei enthalten die Programmspeicher der beiden Rechner bzw. Recheneinheiten den gleichen Programmcode wodurch beide Rechner einen identischen möglichen Funktionsumfang aufweisen. Damit sind die einzelnen Funktionsumfänge vorteilhafterweise weniger komplex als der nötige Gesamtfunktionsumfang wählbar, wodurch sich dennoch der komplexe Gesamtfunktionsumfang über alle Rechner bzw. Prozessoren ergibt. Beim Einsatz wird dabei auch weitgehend der identische Programmcode durchlaufen, wobei es jedoch einzelne Teile geben kann, die zwar in beiden Speichern bzw. Rechnern vorhanden sind aber unsymmetrisch also nur jeweils in bzw. aus einem Speicher abgearbeitet werden.

10

15

20

25

Vorteilhafte Weise kann die Funktionsaufteilung dabei auf mehr als zwei Rechner erfolgen oder es können weitere Rechner im Gesamtsystem vorhanden sein, die jedoch einen anderen Programmcode ausführen, also anderen Funktionsumfang aufweisen. Die Rechner können dann zweckmäßigerweise in verschiedenen Steuergeräten untergebracht sein.

30

Zweckmäßiger Weise können die beiden Rechner mit identischem möglichen Funktionsumfang beispielsweise über ein serielles oder paralleles Bussystem wie z.B. CAN bzw. andere serielle Schnittstellen oder ein DPRAM, Informationen austauschen.

35

Von Vorteil ist weiterhin, daß durch die symmetrische Funktionsaufteilung bzw. die identischen Funktionsumfänge der Funktionsumfang nur einmal definiert, realisiert, 5 dokumentiert, getestet und gewartet werden muß, aber für beide Rechner bzw. Recheneinheiten eingesetzt werden kann.

Bei der Fertigung des Steuergerätes z.B. im Musterbau oder 10 in der Produktion wird der Programmspeicher, der den Programmcode und damit den Funktionsumfang enthält vorteilhafter Weise einfach zweimal im Steuergerät bestückt, wodurch es nicht zu Verwechslungen kommen kann.

In der Entwicklungs- und Applikationsphase kann man sich 15 zweckmäßiger Weise auf eine der symmetrischen Seiten konzentrieren. So genügt es eine Seite mit teuren Meßhilfsmitteln oder Emulationsvorrichtungen auszustatten. Durch die symmetrische Aufteilung der Funktionen bzw. den symmetrischen Funktionsumfang auf beiden Rechnern wird ein 20 modularer Aufbau des Steuergerätes und des Steuergeräteprogramms ermöglicht. Dadurch sind Weiterentwicklungen durch Ändern der bestehenden Funktionen und/oder Einbringen neuer Funktionen gegenüber einer unsymmetrischen Struktur sehr viel einfacher und schneller möglich, da es keine Schnittstellen- und/oder Timingprobleme 25 zwischen den auf die Rechner verteilten Funktionen gibt. Daraus resultieren dann geringere Entwicklungskosten und kürzere Entwicklungszeiten.

30 Der Kernpunkt ist somit die Symmetrie der Funktionalität des Rechnersystems und der Einsatz von Programmspeichern mit völlig identischem Programmcode für die wenigstens zwei Rechner bzw. Recheneinheiten im Steuergerät.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in der Beschreibung und den Ansprüchen gezeigt.

Zeichnung

5

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Dabei zeigt Figur 1 ein Übersichtsblockschaltbild einer Steuereinheit mit zwei Rechenelementen bzw. Rechnern, welche wenigstens eine Betriebsgröße im Fahrzeug steuern, vorzugsweise die Leistung einer Antriebseinheit, insbesondere einer Brennkraftmaschine.

10

In Figur 2 sind dazu funktionale Zusammenhänge der beiden Rechner im Steuergerät und ihrer Umgebung dargestellt.

15

Figur 3 zeigt dazu die konkrete Ausführung in Funktionszusammenhängen bezogen auf eine Lambda-Regelung zur Einspritzberechnung in der Brennkraftmaschine.

20

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

25

Figur 1 zeigt ein elektronisches Steuergerät 100, welches wenigstens zwei Rechner 101 und 102, eine Eingangsbaugruppe 103, eine Ausgangsbaugruppe 104 sowie ein Bussystem 105 umfaßt. Optional können weitere Bauelemente und/oder

30

Baugruppen angedeutet durch Element 106 an das Bussystem 105 angekoppelt sein. Diese zusätzlichen optionalen Elemente sind beispielsweise zusätzliche Speicherelemente und/oder eine zusätzliche Bus Eingangs-/Ausgangsschnittstelle z. B. für Diagnose oder zur Verbindung des Steuergerätes 100 mit anderen Steuergeräten. Die Eingangsbaugruppe 103 kann zusammen mit der Ausgangsbaugruppe 104 auch als Eingangs-/Ausgangsbaugruppe zusammengefaßt sein. Der Rechner 101 enthält dabei unter anderem einen Prozessor 109 und einen diesem Prozessor 109 zugeordneten Programmspeicher 107. Der in dem Programmspeicher 107 abgelegte Programmcode

35

entspricht dem möglichen Funktionsumfang bezüglich der Steuerung bzw. Regelung der wenigstens einen Betriebsgröße wie er durch den Prozessor 109 abgearbeitet werden kann. Dabei ist es aus oben genannten Gründen vorteilhaft, wenn 5 der erste Rechner 101 und der zweite Rechner 102 ebenfalls mit einem Prozessor 110 und einem diesen zugeordneten Programmspeicher 108 völlig identisch aufgebaut sind. Allerdings könnten optional unterschiedliche Rechner 10 eingesetzt werden, solange der mögliche Funktionsumfang beider Recheneinheiten identisch ist. Der Eingangsbaugruppe 103 werden Signale zugeführt, welche gemessene Betriebsgrößen der Antriebseinheit, des Triebstrangs und/oder des Fahrzeugs repräsentieren oder aus welchen 15 solche Betriebsgrößen abgeleitet werden können. Insbesondere sind dies Betriebsgrößen, die zur Steuerung einer Brennkraftmaschine ausgewertet werden können. Die genannten Signale werden von Meßeinrichtungen 111 bis 113, insbesondere Sensoren, erfaßt und über Eingangsleitungen 114 20 bis 116 der Eingangsbaugruppe 103 zugeführt.

Über die Ausgangsbaugruppe 104 werden ferner Signale ausgegeben, welche Stellelemente bzw. Aktuatoren zur 25 Einstellung wenigstens einer Betriebsgröße der Antriebseinheit, insbesondere der Brennkraftmaschine, des Fahrzeugs betätigen. Die entsprechenden Signale zur Ansteuerung der Aktuatoren 117 bis 119 werden über die Ausgangsleitungen 120 bis 122 abgegeben. In Abhängigkeit der Eingangssignale, daraus abgeleiteter Betriebsgrößen und/oder 30 interner Größen bilden die Rechner 101 und 102 im Rahmen dort implementierter Programme Werte für die auszugebenden Steuergrößen, die die Stellelemente im Sinne einer vorgegebenen Steuer- bzw. Regelstrategie einstellen. Da es sich bei dem Steuergerät 100 bevorzugterweise um eine 35 Steuereinheit zur Steuerung einer Antriebseinheit, insbesondere einer Brennkraftmaschine, eines Fahrzeugs

handelt, wird beispielsweise in bekannter Weise die Stellung eines vom Fahrer betätigbarer Bedienelementes erfaßt, ausgewertet und ein Sollwert für ein Drehmoment der Antriebseinheit ermittelt. Dieses wird dann unter 5 Berücksichtigung von über die Eingangsbaugruppe 103 empfangenen Sollwerten anderer Steuersysteme, wie beispielsweise einer Antriebsschlupfregelung, einer Getriebesteuerung, u.s.w. sowie intern gebildeter Sollwerte (Begrenzungen, etc.) ein Sollwert für das Drehmoment 10 ermittelt. Diese wird dann im bevorzugten Ausführungsbeispiel einer Brennkraftmaschinensteuerung in einen Sollwert für die Stellung der Drosselklappe, der im Rahmen eines Lageregelkreises eingestellt wird, umgewandelt. Ferner sind je nach Ausstattung der Brennkraftmaschine 15 weitere leistungsbestimmende Funktionen vorgesehen, beispielsweise Steuerung eines Turboladers einer Abgasrückführung, einer Leerlaufdrehzahlregelung u.s.w.

20 Darüber hinaus sind bei Brennkraftmaschinen mit Benzindirekteinspritzung nicht nur die Lufteinstellung, sondern auch die Bestimmung der einzuspritzenden Kraftstoffmasse, die Bestimmung eines einzustellenden Luft/Kraftstoffverhältnisses, die Vorgabe des Einspritzverlaufes (Voreinspritzung, Nacheinspritzung), die 25 Steuerung einer Ladungsbewegungsklappe, u.s.w. leistungsbestimmend, so daß dort neben den geschilderten eine Vielzahl weiterer Programme vorzusehen sind, die Einfluß auf die Leistung der Brennkraftmaschine und somit auf die Sicherheit des Fahrzeugs haben.

30 Diese Vielzahl an Programmen ist in Form eines Programmcodes in den jeweiligen Programmspeichern 107 und 108 der Rechner abgelegt oder dorthin ladbar. Die eben beschriebenen, durch die Programme bzw. den Programmcode in dem Programmspeicher 35 repräsentierten Funktionsumfänge eines Steuergerätes sind im

allgemeinen sehr komplex. Deshalb sollen diese komplexen Funktionsumfänge des Steuergerätes symmetrisch auf wenigstens zwei Rechner in dem benannten Steuergerät aufgeteilt werden. Die Rechner können z.B. über ein Kommunikationssystem, insbesondere ein Bussystem wie CAN bzw. eine andere serielle oder parallele Schnittstelle oder ein Speicherelement, insbesondere ein DPRAM Informationen austauschen. Die Programmspeicher 107 und 108 der beiden Rechner 101 und 102 enthalten den gleichen Programmcode.

Weiterhin wird auch weitgehend der identische Programmcode durchlaufen, wobei es jedoch einzelne begründete Teile geben kann, die unsymmetrisch abgearbeitet werden. Beispielsweise durch Hardwareleitungen und auf diesen übertragene Signale werden dann die benötigten unsymmetrisch abzuarbeitenden Programme bzw. Abschnitte im Programmcode aktiviert bzw. deaktiviert. Der Einfachheit der Darstellung halber seien diese Leitungsverbindungen durch das Kommunikationssystem 105 dargestellt bzw. in dieses integriert.

Die eben genannte Vorgehensweise wird in Figur 2 in Hinblick auf eine beispielhafte Funktionsaufteilung F1 bis F4 gezeigt. Dabei ist mit 100 wieder das Steuergerät bezeichnet, und mit 101 und 102 die beiden Rechner. Dabei ist mit 200 eine Brennkraftmaschine mit zugehöriger Sensorik und Aktuatorik dargestellt. In diesem speziellen Beispiel ist eine Brennkraftmaschine mit 12 Zylindern, aufgeteilt in zwei Zylinderbänke zu je 6 Zylindern dargestellt. Dabei sind die 12 Zylinder nur beispielhaft aufgeführt, ebenso kann jede davon unterschiedliche Zylinderzahl in den Zylinderbänken 200a und 200b jeweils mit zugehöriger Sensorik und sonstiger Aktuatorik vorgesehen sein. So werden beispielsweise bei einem 12 Zylinder Motor von jedem Rechner 6 Zylinder bezüglich Zündung und Einspritzung bei einem Ottomotor bedient. Dabei ist der Funktionsumfang symmetrisch auf beide Rechner verteilt. Der Funktionsumfang F1 steuert

5 dabei jeweils eine Zylinderbank mit zugehöriger Sensorik und Aktuatorik der Brennkraftmaschine. Dabei werden Sensorgrößen wie beispielsweise ein Luft/Kraftstoffverhältnis, Nocken- oder Kurbelwellenposition, Klopfinformation, Luftmasse, u.s.w. aus der Brennkraftmaschine 200 zu den Rechnern 101 bzw. 102, insbesondere deren Funktionsumfang F1 geliefert (205, 206). Stellsignale (204, 207) aus den 10 Funktionsumfängen F1 erreichen ihrerseits die Brennkraftmaschine bzw. deren Aktuatorik. Die orientierten Verbindungen 204 bis 207 stellen dabei die Funktionalität 15 der Übertragung an sich dar.

20 Dabei ist auch die Möglichkeit gegeben Schaltungsteile bzw. Sensorik durch beide Prozessoren zu nützen. So kann der 15 Sensor, z.B. ein Heißfilmluftmassenmesser, und eine Eingangsschaltung, z.B. ein Tiefpaß, insbesondere aus Kostengründen nur einmal vorhanden sein, das Sensorsignal, z.B. A/D-gewandelte Luftmasse steht jedoch den 20 Funktionsumfängen in beiden Rechnern zur Verfügung.

25 Gleichermaßen kann ein Steller, z.B. eine Sekundärluftpumpe, mit der entsprechenden Endstufe im Steuergerät nur von einem Rechner bedient werden, die zugehörige Motorfunktion, z.B. Sekundärluftsteuerung inklusive Diagnose, läuft aber 30 symmetrisch in beiden Rechnern und liefert auch Größen für weitere Motorfunktionen.

Außerdem können Steller, wie z.B. Sekundärluftventil, für 35 eine erste Zylinderbank, durch den Rechner für die andere, zweite Zylinderbank bedient werden, obwohl die zugehörige Motorfunktion im Rechner für die erste Zylinderbank läuft.

Eine weitere Möglichkeit ist, daß der Programmcode zur 35 Stellerbedienung, z.B. für die Lageregelung der Drosselklappe, symmetrisch in beiden Rechnern läuft, wobei

aber auf einer Zylinderbank tatsächlich Endstufe und Steller, also der Aktuator bedient wird auf der anderen Zylinderbank, das Signal vom Rechner nicht zur Ansteuerung eingesetzt wird.

5

Durch die obigen Ausführungen wie die nachfolgende Darstellung des Tanksystems wird deutlich, daß trotz der Identität der Funktionsumfänge und des Programmcodes gewisse Unsymmetrien möglich sind.

10

Weitere Peripherie wie beispielsweise ein Tanksystem 201 wird von einem weiteren Funktionsumfang F2 gesteuert und überwacht. Dieser Funktionsumfang F2 ist gleichermaßen symmetrisch in beiden Rechnern 101 und 102 enthalten. Er wird jedoch beispielsweise nur durch Rechner 101, also unsymmetrisch abgearbeitet. Dazu wird diese Funktion F2 beispielsweise durch Signale gesonderter Hardwareleitungen oder durch eindeutige Signale bzw. Daten über das Kommunikationssystem aktiviert bzw. deaktiviert. Somit erfolgt die Diagnose des Tanks, wenn es nur einen Tank im Fahrzeug gibt nur in einem Rechner. Die entsprechende Funktion F2 ist zwar auf beiden Rechnern im Programmspeicher vorhanden, aber sie wird nur auf einer Seite aktiviert. Die Kommunikationsbeziehung zwischen Funktion F2 in Rechner 101 und dem Tanksystem 201 wird durch die Verbindungen 202 und 203 dargestellt.

15

20

25

Daneben können für weitere Peripherieelemente Funktionsumfänge F3 bzw. F4 vorgesehen sein, wodurch einerseits Sensorelemente 209 und 210 mittels Kommunikationsverbindung 213 bzw. 214 eingelesen und verarbeitet werden (F3). Andererseits können ebenso Stellelemente, Aktuatorik 208 und 211 über die Kommunikationsverbindungen 212 und 215 durch die Funktionsumfänge F4 bedient werden. Ebenso können Größen zu

35

oder von anderen Steuersysteme, wie beispielsweise einer Antriebsschlupfregelung, einer Getriebesteuerung, u.s.w. über die orientierten Verbindungen 212 bis 215 übermittelt werden. Wenn es sich bei dem Sensorelement 209 und dem Stellelement 208 um Elemente des gleichen Regelkreises handelt, können die Funktionsumfänge F3 und F4 beispielsweise auch zusammengefaßt als Funktionsumfang F34 betrachtet werden.

In Figur 3 ist ein sehr spezielles Ausführungsbeispiel eines 12-Zylinder-Motors mit konkreter Funktionalität dargestellt. So besitzt der genannte 12-Zylinder-Motor beispielsweise 4 parallele Abgasstränge mit 4 Regelsonden 310 bis 313, zusammengefaßt als Lambda-Sonden 300. In der Motorsteuerung müßte somit eine sogenannte Quadrolambdaregelung vorgesehen werden, welche aufgrund ihrer hohen Komplexität neben dem erhöhten Aufwand auch Risiken bezüglich Fehlfunktionen, insbesondere Sicherheitsrisiken, birgt. Durch die symmetrische Funktionsaufteilung auf zwei Rechner erhält man in jedem Rechner 101 bzw. 102 im Steuergerät 100 lediglich eine Stereo-Lambda-Regelung also einen weit weniger komplexen Funktionsumfang. Die von den Sonden 310 bis 313 gelieferten Signale gelangen über die Schnittstellen 314 bis 317 zur Hardwareaufbereitung. Diese Signalaufbereitung erfolgt für Rechner 101 durch die Elemente 308 und 309 für Rechner 102 durch die Elemente 306 und 307. Somit werden dem Rechner 102 die Sondensignale US1 und US2 und dem Rechner 101 die Sondensignale US3 und US4 geliefert.

In jedem Rechner werden somit nur zwei Sondensignale ausgewertet und die Lambda-Regelfaktoren wirken wie später ausgeführt über die Einspritzberechnung jeweils nur auf 6 Einspritzventile. In Block 304a bzw. 304b wird nun wie bereits gesagt jeweils die gleiche Stereo-Lambda-Regelung durchgeführt. Dazu werden die aufbereiteten Sondensignale

US1 und US2 als Sondensignale USX und USY in die Regelung aufgenommen. Ebenso werden die aufbereiteten Sondensignale US3 und US4 in Block 304b ebenfalls als USX und USY in die gleiche Stereo-Lambda-Regelung aufgenommen. Die aus der 5 Stereo-Lambda-Regelung entstehenden Regelfaktoren FRX und FRY werden jeweils den nachfolgenden Blöcken 305a bzw. 305b für Rechner 102 bzw. Rechner 101 übermittelt.

10 Ausgehend von den Regelfaktoren FRX und FRY erfolgt dann in den Blöcken 305a bzw. 305b die gleiche Einspritzberechnung für in diesem Ausführungsbeispiel jeweils 6 Einspritzventile. Die dabei entstehenden Ausgangsgrößengruppen 318 bzw. 319 werden dann den Endstufenblöcken 320 und 321 übermittelt.

15 Aufgrund des gleichen Programmcodes bzw. der identischen Funktionsumfänge sind die Funktionsblöcke ebenfalls identisch. Ebenso besitzen Eingangs-, Ausgangs- und Zwischengrößen der Rechner 101 und 102 identische 20 Bezeichnungen. So sind die Ausgangsgrößen 318 bzw. 319 gleichermaßen mit t_{i1} bis t_{i6} bezeichnet, obwohl diese physikalisch unterschiedliche Bedeutung besitzen. So wird t_{i1} einmal zur Ansteuerung von Einspritzventil 1, EV1 und einmal zur Ansteuerung von Einspritzventil 7, EV7 verwendet. 25 Dies hat jedoch keine Relevanz für Funktion oder Funktionsumfang bzw. Programmcode. Aus den Endstufenblöcken 320 bzw. 321 werden dann die Einspritzventile 301 über Schnittstelle 302 bzw. 303 angesteuert.

30 In den Figuren 1, 2 und 3 zeigt sich somit die bereits angesprochene symmetrische Funktionsverteilung obwohl Teile möglicherweise unsymmetrische abgearbeitet werden. Dennoch sind Funktionalität und Funktionsumfänge bzw. Programmcode für beide Rechner identisch und werden in beiden Rechnern 35 unabhängig voneinander durchlaufen. Es gibt keine Redundanz

und auch keine Notlaufeigenschaften bei Gebern, Endstufen oder Funktionalität. Eine solche Redundanz wäre unabhängig vom erfindungsgemäßen Konzept zusätzlich zu erzeugen.

10 Ansprüche

1. Vorrichtung zur Steuerung einer Antriebseinheit, insbesondere einer Brennkraftmaschine in einem Fahrzeug, mit wenigstens einem Sensor und wenigstens einem Aktuator sowie einem Steuergerät, wobei die Vorrichtung wenigstens zwei Prozessoren enthält, dadurch gekennzeichnet, daß jedem der wenigstens zwei Prozessoren wenigstens ein Programmspeicher zugeordnet ist, welcher Programmcode enthält und daß der Programmcode in den wenigstens zwei Programmspeichern identisch ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine Sensor mit einem ersten Prozessor verbunden ist und der wenigstens eine Aktuator mit dem ersten oder mit wenigstens einen zweiten Prozessor verbunden ist, wobei die Prozessoren ebenfalls verbunden sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Sensoren und wenigstens zwei Aktuatoren vorhanden sind und jeder Sensor und jeder Aktuator jeweils einem Prozessor und dem diesen zugeordneten Programmspeicher zugeordnet ist.

4. Steuereinheit zur Steuerung einer Antriebseinheit,
insbesondere einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs,
welche zwei Prozessoren enthält, dadurch gekennzeichnet,
daß jedem der wenigstens zwei Prozessoren wenigstens ein
5 Programmspeicher zugeordnet ist, welcher Programmcode
enthält und daß der Programmcode in den wenigstens zwei
Programmspeichern identisch ist.

10 5. Verfahren zur Steuerung einer Antriebseinheit,
insbesondere einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs,
wobei wenigstens eine Betriebsgröße der Antriebseinheit
ermittelt wird und abhängig von der Betriebsgröße
wenigstens ein Aktuator der Antriebseinheit gemäß
vorgebbarer bzw. auswählbarer Funktionsumfänge mit
15 Steuergrößen angesteuert wird, wobei in wenigstens einem
Steuergerät wenigstens zwei Prozessoren die möglichen
Funktionsumfänge abarbeiten und die Funktionsumfänge
durch Programmcode jeweils in je Prozessor wenigstens
einem zugeordneten Programmspeicher vorgegeben sind,
dadurch gekennzeichnet, daß die möglichen
20 Funktionsumfänge pro Prozessor und die Programmcodes in
den, den Prozessoren zugeordneten Programmspeichern
identisch sind.

25 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß
die wenigstens eine Betriebsgröße in einem ersten
Prozessor verarbeitet wird und der wenigstens eine
Aktuator mit wenigstens einer Steuergröße aus dem ersten
oder aus einem wenigstens zweiten Prozessor angesteuert
30 wird, wobei die Prozessoren Informationen austauschen.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß
zwischen Betriebsgrößen erster Art und zweiter Art
unterschieden wird, wobei die Betriebsgrößen erster Art
35 in den Funktionsumfängen beider Prozessoren verarbeitet

werden und die Betriebsgrößen zweiter Art jeweils nur in den Funktionsumfängen jeweils eines Prozessors verarbeitet werden.

- 5 8. Verfahren nach Anspruch 5 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Steuergrößen erster Art und Steuergrößen zweiter Art unterschieden wird, wobei die Steuergrößen erster Art von den Funktionsumfängen eines ersten Prozessors aus den Betriebsgrößen gebildet werden die in den Funktionsumfängen eines ersten Prozessors verarbeitet werden und die Steuergrößen zweiter Art von den Funktionsumfängen des ersten Prozessors aus den Betriebsgrößen gebildet werden die in den Funktionsumfängen eines zweiten Prozessors verarbeitet werden, wobei die Funktionsumfänge der wenigstens zwei Prozessoren Informationen austauschen.
- 10
- 15

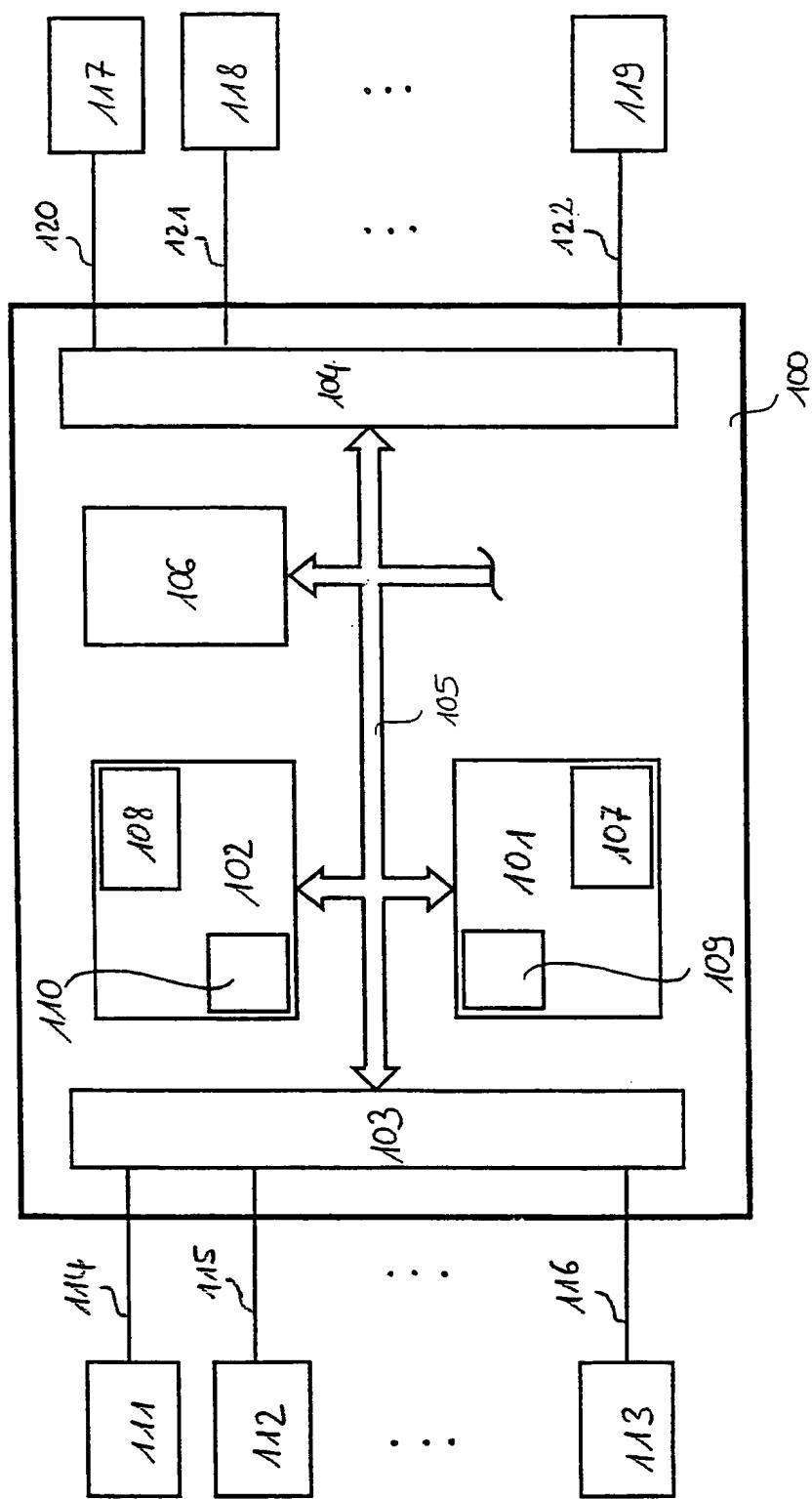
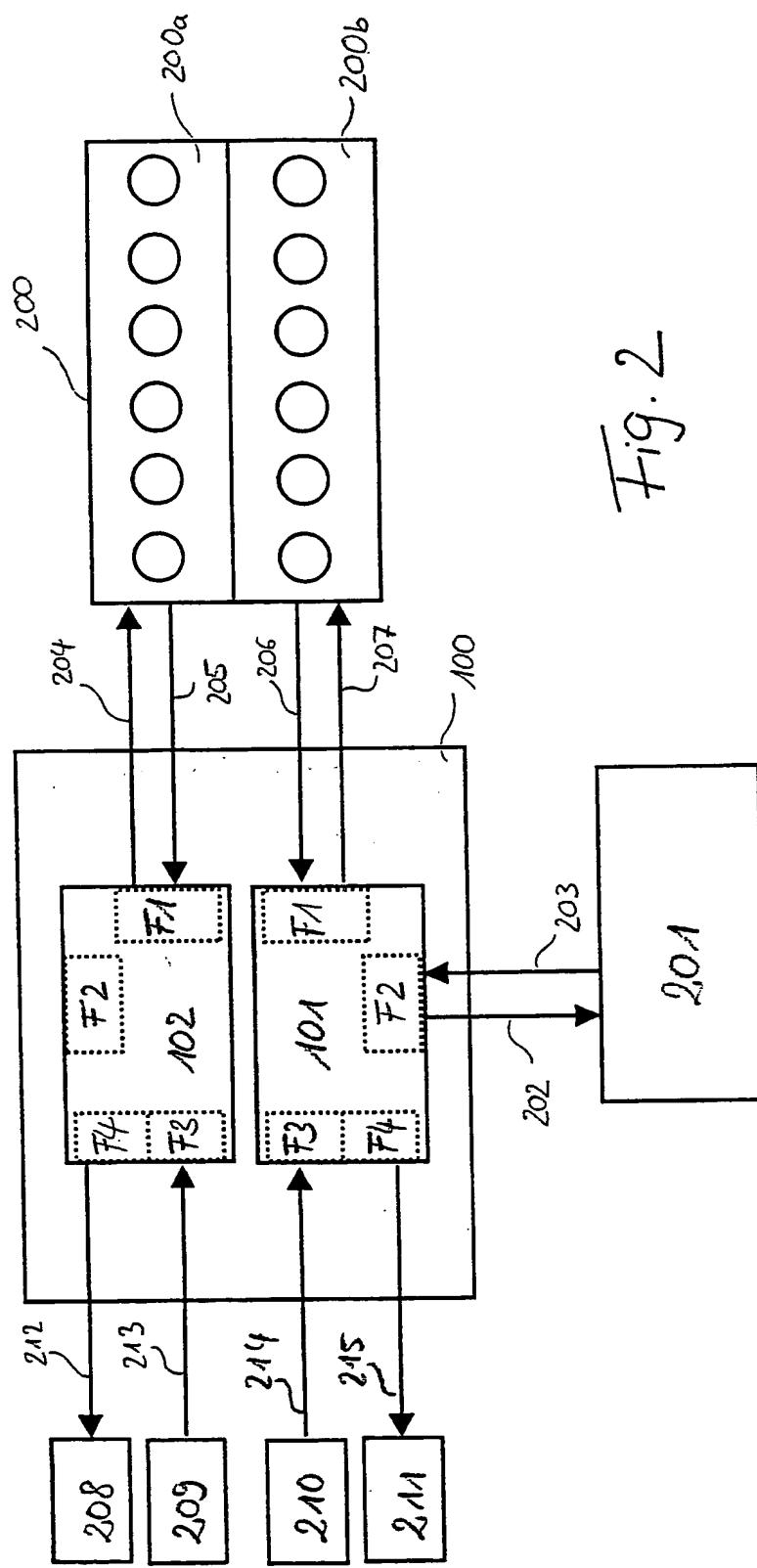


Fig. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

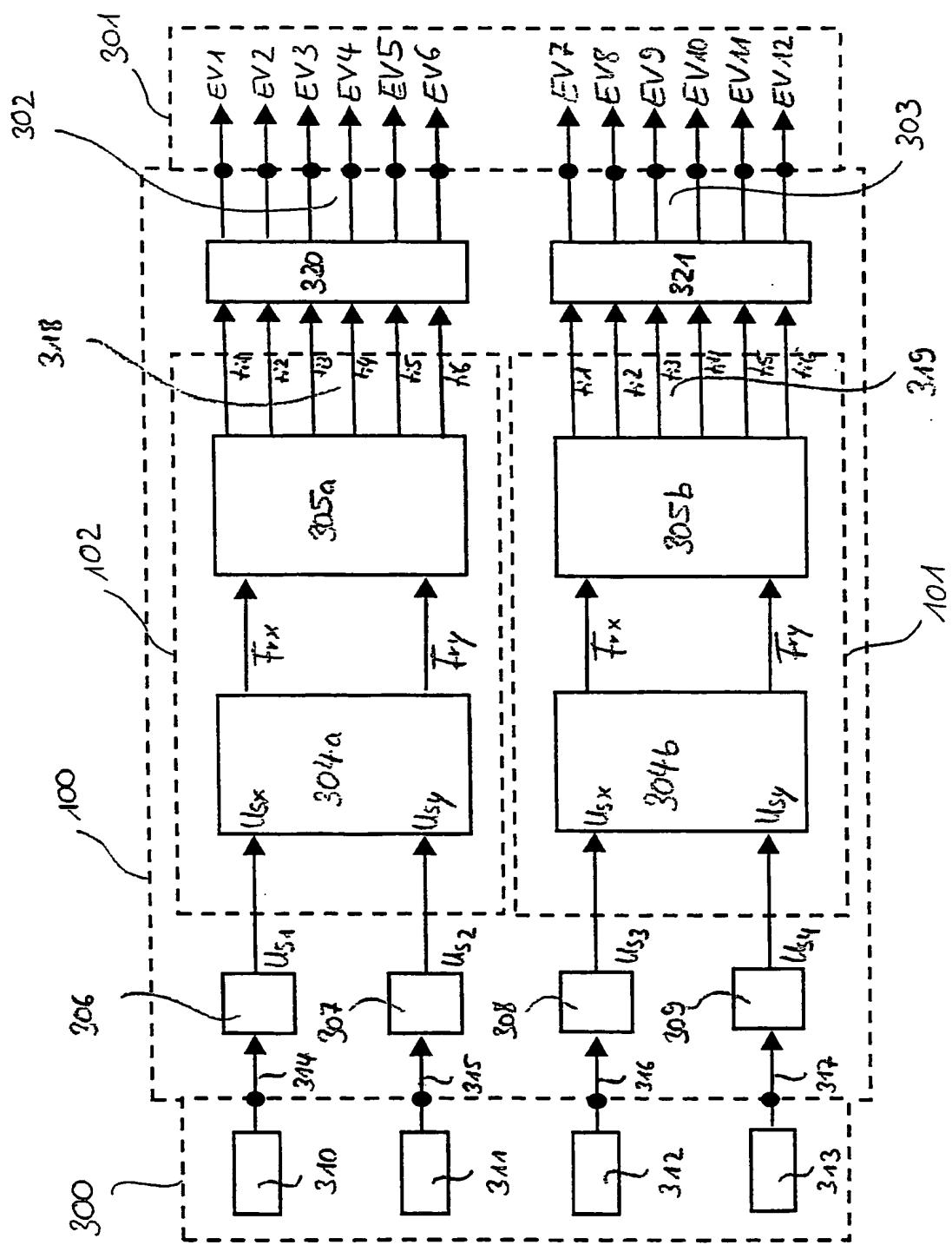


Fig. 3

This Page Blank (uspto)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02546

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02D41/26 F02D11/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02D G05B G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| X | US 4 532 594 A (OSHIAGE KATSUNORI ET AL) 30 July 1985 (1985-07-30) figures 1,6, column 1, line 9 - line 40 column 2, line 10 - line 68 column 10, line 21 -column 11, line 23 --- | 1-8 |
| X | STORANDT S ET AL: "SICHERE UND FEHLERTOLERANTE MIKROCONTROLLER-SYSTEME" ELEKTRONIK, DE, FRANZIS VERLAG GMBH. MUNCHEN, vol. 38, no. 10, 12 May 1989 (1989-05-12), pages 88-90, XP000212878 ISSN: 0013-5658 page 89 figure 4 --- | 1,3-5 |

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 November 2000

Date of mailing of the international search report

29/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lapeyronnie, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02546

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| X | DE 42 31 449 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24 March 1994 (1994-03-24) cited in the application column 1, line 9 -column 2, line 59 figures 1,2 --- | 1-6 |
| A | DE 35 39 407 A (BOSCH GMBH ROBERT) 14 May 1987 (1987-05-14) cited in the application column 1, line 63 -column 3, line 64 figure ----- | 1-8 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02546

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | | | Publication date |
|---|---------------------|----------------------------|----------|-----|---------------------|
| US 4532594 | A 30-07-1985 | JP | 1400635 | C | 28-09-1987 |
| | | JP | 58010246 | A | 20-01-1983 |
| | | JP | 62009934 | B | 03-03-1987 |
| | | CA | 1194236 | A | 24-09-1985 |
| | | DE | 3226195 | A | 10-02-1983 |
| | | GB | 2104247 | A,B | 02-03-1983 |
| DE 4231449 | A 24-03-1994 | NONE | | | |
| DE 3539407 | A 14-05-1987 | WO | 8703044 | A | 21-05-1987 |
| | | EP | 0245296 | A | 19-11-1987 |
| | | JP | 63501303 | T | 19-05-1988 |

This Page Blank (uspto)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. nationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02546

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02D41/26 F02D11/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02D G05B G06F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | US 4 532 594 A (OSHIAGE KATSUNORI ET AL) 30. Juli 1985 (1985-07-30) Abbildungen 1,6 Spalte 1, Zeile 9 - Zeile 40 Spalte 2, Zeile 10 - Zeile 68 Spalte 10, Zeile 21 - Spalte 11, Zeile 23 | 1-8 |
| X | STORANDT S ET AL: "SICHERE UND FEHLERTOLERANTE MIKROCONTROLLER-SYSTEME" ELEKTRONIK, DE, FRANZIS VERLAG GMBH. MUNCHEN, Bd. 38, Nr. 10, 12. Mai 1989 (1989-05-12), Seiten 88-90, XP000212878 ISSN: 0013-5658 Seite 89 Abbildung 4 --- | 1, 3-5 |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kolidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- *8* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22. November 2000

29/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lapeyronnie, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. nationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02546

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X | DE 42 31 449 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24. März 1994 (1994-03-24) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 9 -Spalte 2, Zeile 59 Abbildungen 1,2 --- | 1-6 |
| A | DE 35 39 407 A (BOSCH GMBH ROBERT) 14. Mai 1987 (1987-05-14) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 63 -Spalte 3, Zeile 64 Abbildung ----- | 1-8 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. Patentzeichen

PCT/DE 00/02546

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | | | Datum der Veröffentlichung |
|---|----------------------------|--------------------------------|------|------------|----------------------------|
| US 4532594 | A 30-07-1985 | JP 1400635 | C | 28-09-1987 | |
| | | JP 58010246 | A | 20-01-1983 | |
| | | JP 62009934 | B | 03-03-1987 | |
| | | CA 1194236 | A | 24-09-1985 | |
| | | DE 3226195 | A | 10-02-1983 | |
| | | GB 2104247 | A, B | 02-03-1983 | |
| DE 4231449 | A 24-03-1994 | KEINE | | | |
| DE 3539407 | A 14-05-1987 | WO 8703044 | A | 21-05-1987 | |
| | | EP 0245296 | A | 19-11-1987 | |
| | | JP 63501303 | T | 19-05-1988 | |

This Page Blank (uspto)